



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 34 17 954.2  
㉑ Anmeldetag: 15. 5. 84  
㉒ Offenlegungstag: 21. 11. 85

DE 3417954 A 1

㉓ Anmelder:  
F. Stephan GmbH, 2085 Quickborn, DE

㉔ Vertreter:  
Schmidt-Bogatzky, J., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw.,  
2000 Hamburg

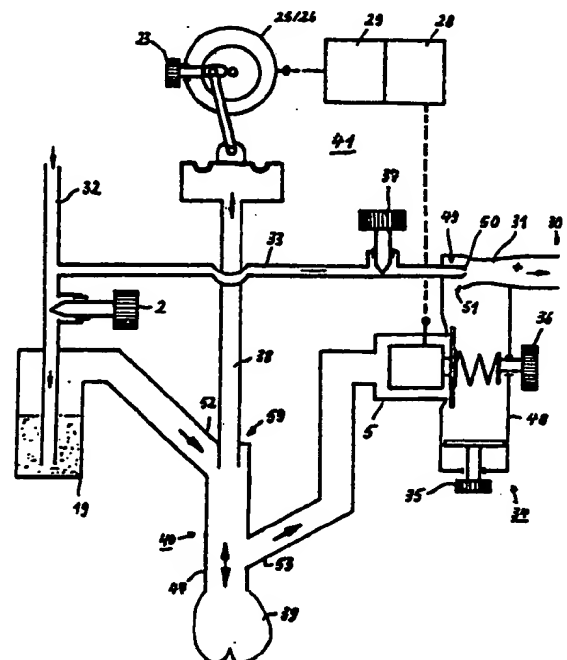
㉕ Erfinder:  
Stephan, Fritz, Dipl.-Ing., 2085 Quickborn, DE

㉖ Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-OS	32 27 483
DE-OS	32 12 097
DE-OS	31 19 814
DE-OS	15 66 874
US	41 55 356
EP	00 51 503

㉗ Verfahren zur wahlweisen Einstellung der Hochfrequenz- und Superhochfrequenzbeatmung an einem Beatmungsgerät

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur künstlichen Beatmung mit hohen und/oder superhohen Frequenzen aufweisendem Beatmungsgas und ein Beatmungsgerät zur Durchführung des Verfahrens. In die Patientenzuleitung wird direkt eine sinusförmige positive und negative Druckamplitude aufgeschaltet, durch die der in der Patientenzuleitung fließende Gasstrom in die Patientenlunge hineingepreßt und die gleiche Gasmenge herausgesaugt wird. Das Beatmungsgerät weist eine Anordnung 42 mit einem mit der Patientenzuleitung 47 verbundenen Verteiler 40 auf, dessen erster Anschluß 52 über eine Befeuchterflasche 19 o. dgl. mit einer Zuführleitung 32 mit Durchflußvolumenventil 2, dessen zweiter Anschluß 53 mit dem Ausatemventil 5 mit einem Steuerglied 34 zur Volumen/Druckeinstellung und dessen dritten Anschluß 59 über eine Druckleitung 38 mit einem Generator 25/26 verbunden ist, wobei die Zuführleitung 32 und das Ausatemventil 5 zusätzlich mittels eines Bypasses 33 mit einem Druckversteller 37 verbunden sind (Fig. 1).



DESI AVAILBLE COPY

3417954

Anm.: F. STEPHAN GmbH  
2085 Quickborn

DR.-ING. JÜRGEN SCHMIDT-BOGATZKY  
DR. RER. NAT. ROLF E. WILHELMS\*  
DR. RER. NAT. HELMUT KILIAN\*  
DR.-ING. DR. JUR. WOLFGANG WABLAT\*

Bez.: Verfahren zur wahlweisen  
Einstellung der Hochfrequenz-  
und Superhochfrequenzbeatmung  
an einem Beatmungsgerät und  
Beatmungsgsgerät zur Durchführung  
des Verfahrens

2100 HAMBURG 90 (HAMBURG)  
SCHLOSSMÖHLENDAMM 4

TELEFON (040) 77 77 34  
TELEX 2 17 795 (In'ec d)  
TELEGRAMME PATRANS HAMBURG  
TELEFAX G2 (040) 766 41 43

IHR ZEICHEN  
YOUR REF.

UNSER ZEICHEN  
OUR REF.

STF 831599

DATUM  
DATE 01.08.1984

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur wahlweisen Einstellung der Hochfrequenz- und Superhochfrequenzbeatmung an einem Beatmungsgerät, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Beatmungsgerät eine sinusförmige positive und negative Druckamplitude erzeugt wird, die direkt in die Patientenzuleitung aufgeschaltet wird, wodurch der in die Patientenzuleitung fließende Gasstrom in die Patientenlunge hineingepreßt und die gleiche Gasmenge herausgesaugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Beatmungsgerät so geregelt wird, daß die Druckamplitude während der Ein- und Ausatmung überlagert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Beatmung mit Hochfrequenz zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>- Ausspülung und zur Verhinderung eines Druckaufbaus in der Lunge das Beatmungsgerät zur Beschleunigung der Ausatmung geregelt wird.

3417954

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung einer Superhoch- Frequenz der Atemmitteldruck des Beatmungsgeräts positiv oder negativ eingestellt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anwendung der Hochfrequenzbeatmung während der Einatmung ein einstellbares oder festgelegtes Volumen derart mit einem Negativdruck aufgeladen wird, daß beim Öffnen des Ausatemventils das Atemgas beschleunigt in das Volumen einfließt und abgeführt wird.
6. Beatmungsgerät zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine Anordnung (41) mit einem mit der Patientenzuleitung (47) verbundenen Verteiler (40), dessen erster Anschluß (52) über eine Befeuchterflasche (19) od. dgl. mit einer Zuführleitung (32) mit Durchflußvolumenventil (2), dessen zweiter Anschluß (53) mit dem Ausatemventil (5) mit einem Steuerglied (34) zur Volumen/ Druckeinstellung und dessen dritter Anschluß (59) über eine Druckleitung (38) mit einem Generator (25/ 26) verbunden ist, wobei die Zuführleitung (32) und das Ausatemventil (5) zusätzlich mittels eines Beipasses (33) mit einem Druckversteller (37) verbunden sind.
7. Beatmungsgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerglied (34) eine am Ausgang des Ausatemventils (5) angeordnete Kammer (48) mit einem Volumenversteller (35) und einem Druckversteller (36) aufweist, an deren dem Auslaß (30) zugewandten Endabschnitt eine Injektordüse (31) angeordnet ist, die mit dem Beipass (33) und der Kammer (48) verbunden ist.
8. Beatmungsgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der in die Injektordüse (31) vorragende Endabschnitt (49) des Beipasses (33) als Düse (50) ausgebildet und die Ansaugöffnung (51) der Injektordüse (31) der Kammer (48) zugeordnet ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur wahlweisen Einstellung der Hochfrequenz- oder Superhochfrequenzbeatmung an einem Beatmungsgerät und ein Beatmungsgerät zur Durchführung des Verfahrens.

Derartige Beatmungsgeräte oder Respiratoren dienen dazu, einem Patienten mit beeinträchtigter Atmung künstlich Atem- oder Frischgas zuführen zu können. Sie haben die Aufgabe, eine unzureichende oder nicht vorhandene Spontanatmung zu ersetzen und den Patienten mit Sauerstoff, Medikamenten oder Anästhesiegasen zu versorgen. Zur besseren Sauerstoffdiffusion z.B. bei schweren Lungenschädigungen ist es indiziert, höhere Frequenzen anzuwenden, um mit geringem Beatmungsdruck die geschädigte Lunge weniger zu belasten. Es sind Beatmungsgeräte bekannt, bei denen mit unterschiedlichen Steuereinrichtungen hohe Frequenzen erzeugt werden. Bei diesen Geräten besteht der Nachteil, daß das bei hohen Frequenzen unter Druck in die Lunge eingeströmte Beatmungsgas nicht beschleunigt aus der Lunge entleert werden kann. Hierdurch verbleibt in der Lunge ein Restdruck, der in Abhängigkeit von Stenosen und Compliance unkontrollierbar ist und mit Erhöhung der Frequenz ansteigt. Bei extrem hohen Frequenzen kommen dadurch keine ausreichenden Druckunterschiede mehr zustande, weil der intrapulmonale Druck bereits zu hoch ist. Bei anderen ebenfalls bekannten Geräten wird in der Atmungsphase ein negativer Druck erzeugt, der jedoch auch einen negativen Druck in der Lunge erzeugen kann, so daß Lungenteile kollabieren und zusammengezogen werden können. Des weiteren sind zur Hochfrequenz- oder Superhochfrequenzbeatmung auch Geräte bekannt, bei denen mittels einer Düse Atemgas unter hohem Druck in die Lunge eingeblasen oder Druckspitzen während einer normalen Beatmung überlagert werden können. Diese Geräte haben den Vorteil, daß die Beatmung mit hohen Frequenzen möglich ist, weil der Patient durch einen großvolumigen Tubus ausatmen kann. Bei diesen Geräten besteht aber als Nachteil die Strahlwirkung der Düse

auf Lungenteile, unzureichende Befeuchtung und Beheizung. Es können auch nur Druckimpulse inspiriert oder überlagert werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren aufzuzeigen, mittels dem mit einem gattungsgemäßen Beatmungsgerät die bekannten Nachteile vermieden werden und wahlweise eine hochfrequente Beatmung und auch eine superhochfrequente Beatmung beliebig kombinierbar ist, um auf Grund einer besseren  $\text{CO}_2$ -Ausspülung die durch superhochfrequente Beatmung bewirkte gute  $\text{O}_2$ -Diffusion einsetzen zu können.

Erfindungsgemäß erfolgt die Lösung der Aufgabe dadurch, daß direkt in die Patientenzuleitung eine sinusförmige positive und negative Druckamplitude aufgeschaltet wird, durch die der in der Patientenzuleitung fließende Gasstrom in die Patientenlunge hineingepreßt und die gleiche Gasmenge herausgesaugt wird.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist das Beatmungsgerät durch eine Anordnung mit einem mit der Patientenzuleitung verbundenen Verteiler gekennzeichnet, dessen erster Anschluß über eine Befeuchterflasche od. dgl. mit einer Zuführleitung mit Durchflußvolumenventil, dessen zweiter Anschluß mit dem Ausatemventil mit einem Steuerglied zur Volumen/ Druckeinstellung und dessen dritter Anschluß über eine Druckleitung mit einem Generator verbunden ist, wobei die Zuführleitung und das Ausatemventil zusätzlich mittels eines Beipasses mit einem Druckversteller verbunden sind. Der eine Endabschnitt des Beipasses ist als Düse ausgebildet und ragt in eine Injektordüse ein, deren Ansaugöffnung einer mit dem Ausatemventil verbundenen Kammer zugeordnet ist. Hierdurch ist es möglich, daß sich die Patientenlunge in ein Vakuum entleeren kann und der Widerstand im System und in der Lunge überwunden wird ohne das sich in der Lunge ein negativer Druck aufbauen muß.

Weitere Merkmale der Erfindung werden in den Unteransprüchen beschrieben.

In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigt

Fig.1 die erfindungsgemäße Anordnung zur Druckamplitudeneinstellung in einer schaubildlichen Ansicht

Fig.2 ein Hochfrequenz-Beatmungsgerät mit einer Anordnung nach Fig. 1 in einer schematischen Ansicht

Fig.3 ein Superhochfrequenz-Beatmungsgerät in einer Anordnung nach Fig. 1 in einer schematischen Ansicht

Fig.4 einen Superhoch- Frequenzgenerator für ein Beatmungsgerät in einer schematischen Ansicht

Fig.5 den Verteiler für die Anordnung nach Fig. 1 in einer schematischen Seitenansicht im Schnitt

Fig.6 eine schematische Darstellung des Verlaufs der und 7 Druckamplituden.

Die Anordnung 41 weist einen Verteiler 40 auf, der an der mit dem Patienten 39 verbundenen Patientenzuleitung 47 angeordnet ist. Der eine Anschluß 52 des Verteilers 40 ist mit einer Befeuchterflasche 19 verbunden, in die eine Zuführleitung 32 für Luft, Sauerstoff od. dgl. eingeführt ist. An der Zuführleitung 32 ist ein Durchflußvolumenventil 2 angeordnet, mit dem die durch die Zuführleitung 32 strömende Gasmenge eingestellt werden kann. Ein anderer Anschluß 53 des Verteilers 40 ist mit dem Ausatemventil 5 verbunden, an dem ausgangsseitig eine Kammer 48 angeordnet ist. Die Einstellung des Positiv- Ausatemdrucks am Ausatemventil 5

erfolgt mittels eines Druckverstellers 36, der eine federbelastete Ventilplatte aufweist. An dem einen Endabschnitt der Kammer 48 ist ein Volumenversteller 35 vorgesehen, mit dem das Negativvolumen einstellbar ist. An dem dem Auslaß 30 zugewandten Endabschnitt der Kammer 48 ist eine Injektordüse 31 angeordnet, die über eine Ansaugöffnung 51 mit der Kammer verbunden ist.

In die Injektordüse 31 ragt der eine Endabschnitt 49 eines Beipasses 33 hinein, der als Düse 50 ausgebildet ist. Der andere Endabschnitt des Beipasses 33 ist mit der Zuführleitung 32 verbunden. An dem Beipass 33 ist ein Druckversteller 37 angeordnet, mittels dem der Negativdruck eingestellt werden kann.

Ein weiterer Abzweig 59 des Verteilers 40 ist über eine Druckleitung 38 mit einem Generator 25/26 verbunden, durch den Hochfrequenz oder Superhochfrequenz- Druckamplituden dem dem Patienten zuzuführenden Beatmungsgas aufgeschaltet werden können. Der Generator 25/ 26 ist mittels eines Potentiometers 23 einstellbar und steht mit einem Timer 29 für Superhochfrequenz und einem Timer 28 für Hochfrequenz in Verbindung. Die Timer 28, 29 sind über eine Meßleitung mit Steuerleitung dem Ausatemventil 5 verbunden, um dessen jeweilige Betriebszustände wahrnehmen zu können. Der mögliche Verlauf der Druckamplituden bei Verwendung der Anordnung 41 ist in den Fig. 6 und 7 dargestellt.

Der in Fig. 5 abgebildete Verteiler 40 besteht aus einem Verteilerkörper 56, indem koaxial zur Mittelachse 60 eine Durchbrechung als mittiger Kanal 57 ausgebildet ist. An dem einen Endabschnitt des Verteilerkörpers 56 ist ein Anschlußstutzen 54 zum Anschluß der Druckleitung 38 angeordnet. Am anderen Endabschnitt des Verteilerkörpers 56 befindet sich eine Ausnehmung 55, in der die Patientenzuleitung 47 mit dem Verteiler 40 verbunden werden kann. Der mittige Kanal 57 ist an dem dem Anschlußstutzen 54 zugewandten Abschnitt des Verteilerkörpers 57 mit

dem Anschluß 52 und an dem der Ausnehmung 55 zugewandten Abschnitt des Verteilerkörpers 57 mit dem Anschluß 53 verbunden. Zwischen den Anschlüssen 52, 53 ist in der mittigen Kammer 57 die Gasaustauschstrecke 58 gebildet. Während der Negativphase (Expirationsphase) des Oszillators wird diese Strecke von Frischgas über den Anschluß 52 durchspült.

In Fig. 2 ist ein Hochfrequenzbeatmungsgerät 42 dargestellt, daß mit der Anordnung 41 versehen sein kann. Bei dem Hochfrequenzbeatmungsgerät 42 ist der eingebaute Sauerstoff-Druckluft- Mischer 1 direkt an z.B. fünf bar angeschlossen. Der Durchfluß wird mit dem Durchflußvolumenventil 2 als konstante Strömung eingestellt. Das Hochfrequenz-Beatmungsgerät 42 kann nun mit der CPAP- Funktion arbeiten. Bei Einschaltung des Schalters 3 für das Hochfrequenzbeatmungsgerät 42 wird das Ausatemventil 5 mit PEEP- Ventil in der Inspirationsphase geschlossen und in der Expirationsphase geöffnet. Mit dem Kodierschalter 12, 13 wird die Inspirations- und Expirationszeit eingestellt. Frequenz und Atemzeitverhältnis werden dann durch den Mikroprozessor des Beatmungsgeräts ermittelt und über als z.B. LED ausgebildete Leuchtanzeigen angezeigt. Der Expirationssog wird über Schalter 16 geschaltet und mit dem Ventil 17 dosiert. Er bewirkt eine Beschleunigung der Ausatemgase und ist auch bei PEEP einsetzbar. Der integrierte Monitor 18 wird mit dem Drehknopf 14 von 1 bis 20 mbar eingestellt. Er warnt bei Disconnection, Strom- oder Gasausfall, wenn der eingestellte Wert in z.B. 20. Sek. nicht erreicht wird. Der Monitor 18 ist über dem Schalter 15 ausschaltbar. Das konstant fließende Gas wird bei Einschaltung der Heizung 6 durch die Heizpatrone 8 erhitzt und zur Befeuchtung durch eine mit destilliertem Wasser gefüllte Befeuchterflasche 19 geleitet. Der Heizungsfühler 10 mißt die Temperatur am Verteiler 40. Der Verteiler 40 ist nur schematisch dargestellt und kann wie in Fig. 5 abgebildet ausgebildet sein. Diese Effektivtemperatur ist im Bereich 30- 40°C an der IST-LED-Anzeige ablesbar. Die Soll- LED- Anzeige läßt sich mittels



Potentiometer 7 einstellen. Die Heizung justiert sich automatisch auf den vorgegebenen Wert ein. Bei zu hoher oder zu niedriger Temperatur kann eine optische oder akustische Warneinrichtung betätigt werden. Die beheizten Schläuche 9, 20 halten das erwärmte und befeuchtete Atemgas auf der eingestellten Temperatur und verhindern somit eine Kondensbildung. Der Beatmungsdruck wird durch das Ventil 4 begrenzt und läßt bei Erreichen des eingestellten Druckes das Volumen entweichen, das nicht mehr in die Patientenlunge strömen kann. Am Ausatemventil 5 kann ferner der Expirationsdruck (PEEP) eingestellt werden.

Bei dem Superhochfrequenz- Beatmungsgerät 43 nach Fig. 3 ist ein Wahlschalter 22 vorgesehen, mit dem die gewünschte Beatmungsform wie assestier- kontrolliert, CPAP, SHF- CPAP, SIMV, kontrolliert IMV, SHF- IMV eingestellt werden kann. Bei einer Beatmungsform mit Superhochfrequenz erzeugt der eingebaute Generator 25/ 26 eine Superhochfrequenz. Diese wird mit dem Potentiometer 23 von z.B. 300 bis 3000/min eingestellt. Mit dem Ventil 21 wird die Amplitudenhöhe bestimmt. Die Triggerempfindlichkeit bei SIMV- Beatmung und assestiert und kontrolliert läßt sich am Potentiometer 24 einstellen. Mittels des Schalters 27 wird die vom Timer 29, 28 erzeugte oder die Patientenfrequenz bei CPAP oder SIMV bestimmt. Der weitere Funktionsablauf bei dem Superhochfrequenz- Beatmungsgerät 43 entspricht dem des Hochfrequenz- Beatmungsgeräts 42 nach Fig. 2.

In Fig. 4 ist die Ansicht eines Superhochfrequenz-Generators 25/ 26 schematisch dargestellt. Die elektronische Steuerung wird bei diesem Generator über einen nicht näher gezeigten Schutztrafo erzeugt. Zum Anschluß des Superhochfrequenz-Generators 25/ 26 ist an dem Verteiler 40, der nur angedeutet ist und wie in Fig. 5 dargestellt ausgebildet sein kann, ein Schlauchansatz 44 vorgesehen, der in das beheizte Schlauchsystem eingesetzt werden kann. Das Anschlußstück 45 weist vorzugsweise einen Silikonanschlußschlauch auf und kann bis 20°C autoklaviert werden. Mit dem Superhochfrequenz-

Generator 25, 26 ist es möglich, eine reine sinusförmige Druckamplitude mit gleichgroßem Positiv- und Negativdruckanteil zu bilden. Das dabei erzeugte inspiratorische und expiratorische Volumen ist abhängig von dem am jeweiligen Beatmungsgerät eingestellten Beatmungsdruck, Durchfluß oder PEEP und in sehr hohem Maße von der Größe des verwendeten Tubus.

Die Höhe der Druck- oder Volumenamplitude ist regelbar. Bei max. geöffnetem Ventil 4 wird am Verteiler 40 eine bestimmte Druckamplitude von z.B. 40 mbar erzeugt, was einem Volumen von ca. 4 ml entspricht. Der Druck- und Volumenverlust durch den engen Tubus und die sich dann erweiternden Lungenwege beträgt etwa 50 bis 70 % so daß die hohen Druckspitzen nicht in der Lunge oder gar in den Alveolen wirksam werden.

Bei Anwendung der Superhochfrequenz unter CPAP ist im Regelfall eine sehr gute  $O_2$  Diffusion möglich. Wegen eventueller Probleme mit der  $CO_2$ - Ausspülung ist es empfehlenswert, dieses Verfahren nur bei spontanatmenden Patienten mit entsprechender transkutaner Überwachung und/oder durch Entnahme von Blutgaswerten einzusetzen. Die Anwendung der Superhochfrequenz während einer normalen Beatmung unter IMV- Bedingungen ist problemlos, da durch die Beatmung die  $CO_2$ - Ausspülung besser gewährleistet ist, so daß eine verbesserte  $O_2$ - Diffusion durch die Überlagerung der Superhochfrequenz zu einer Reduzierung der  $O_2$ -Konzentration und des Beatmungsdruckes erfolgen kann. Da die Superhochfrequenzbeatmung ferner eine verbesserte Sekretauusscheidung bewirkt, ist es erforderlich, den Patienten öfter abzusaugen.

- 10 -  
- Leerseite -

3417954

15

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 17 954  
A 61 M 16/00  
15. Mai 1984  
21. November 1985

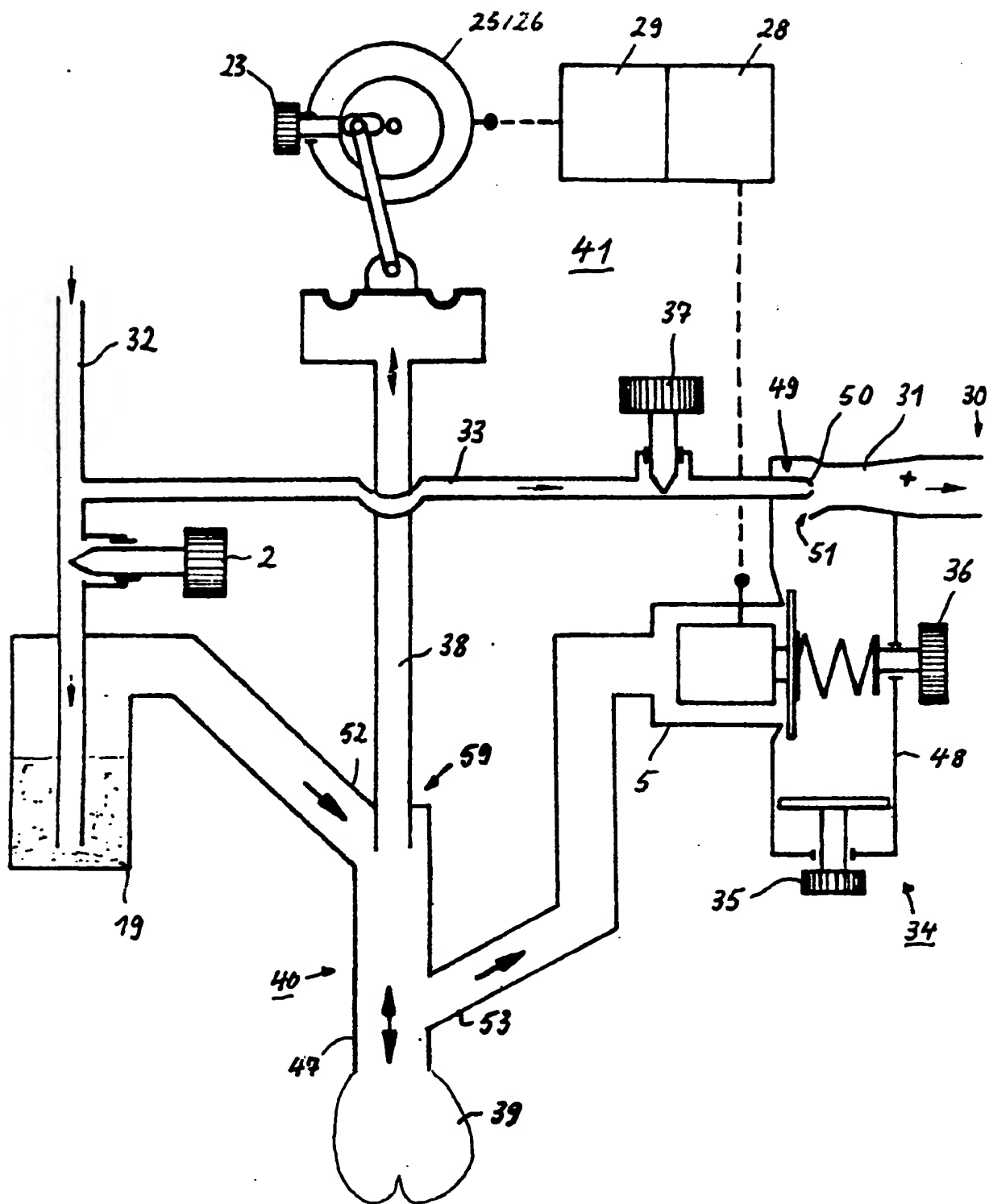


Fig.1

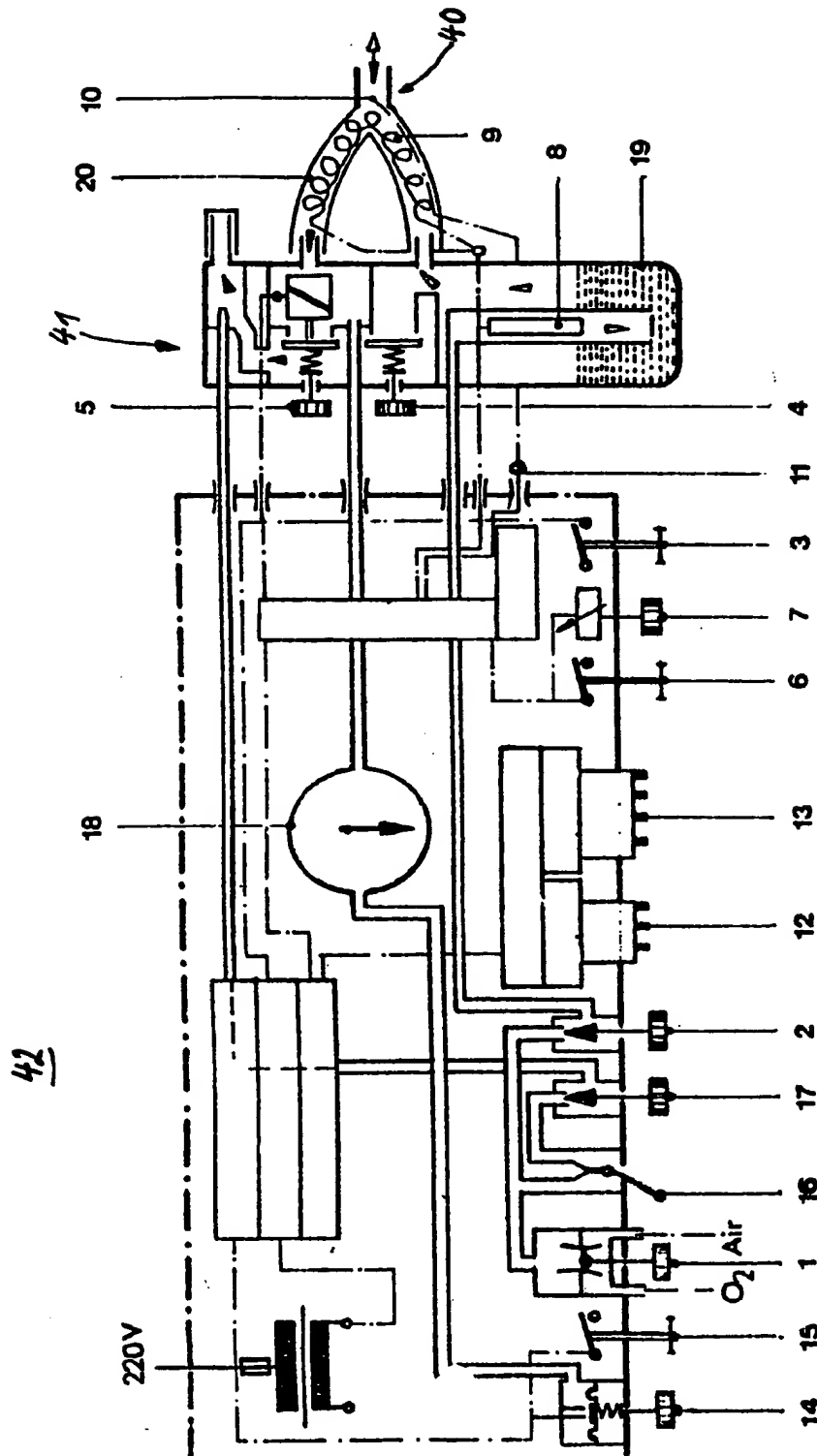


Fig. 2

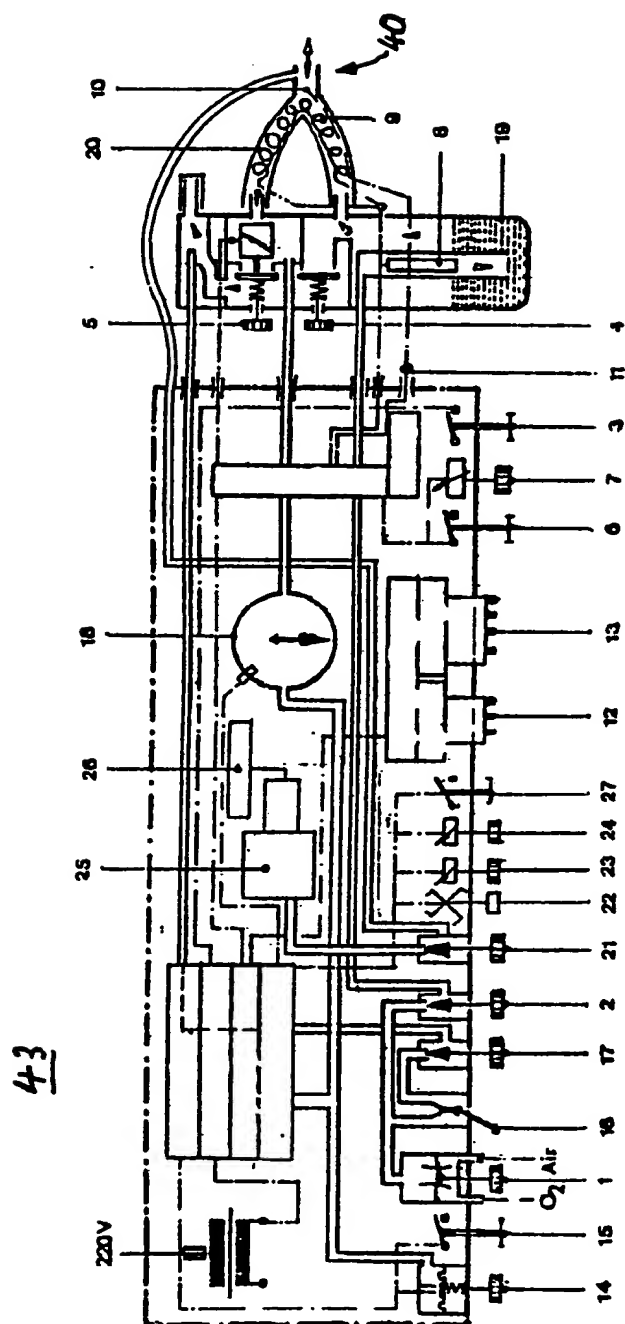


Fig. 3

3417954

13

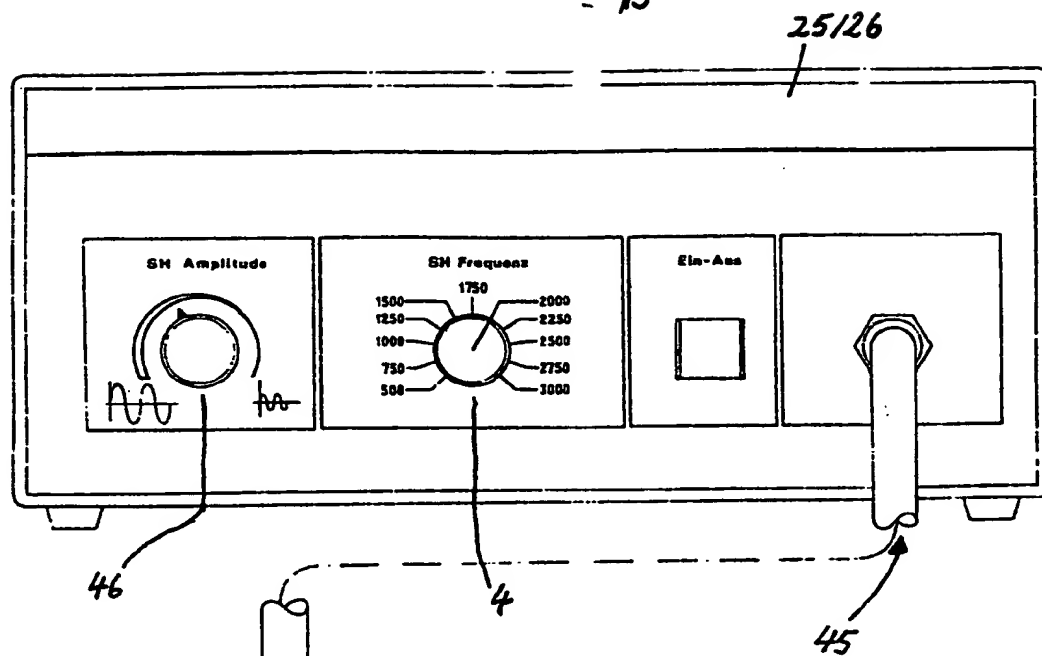


Fig. 4

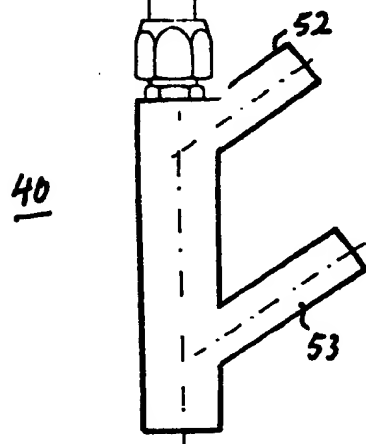


Fig. 5

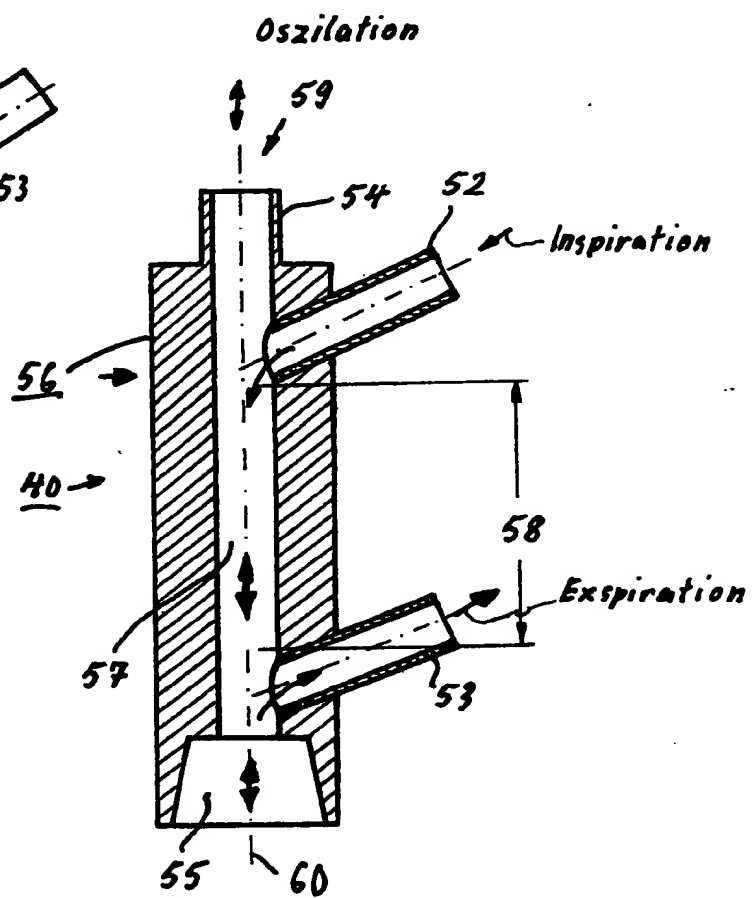


Fig. 6

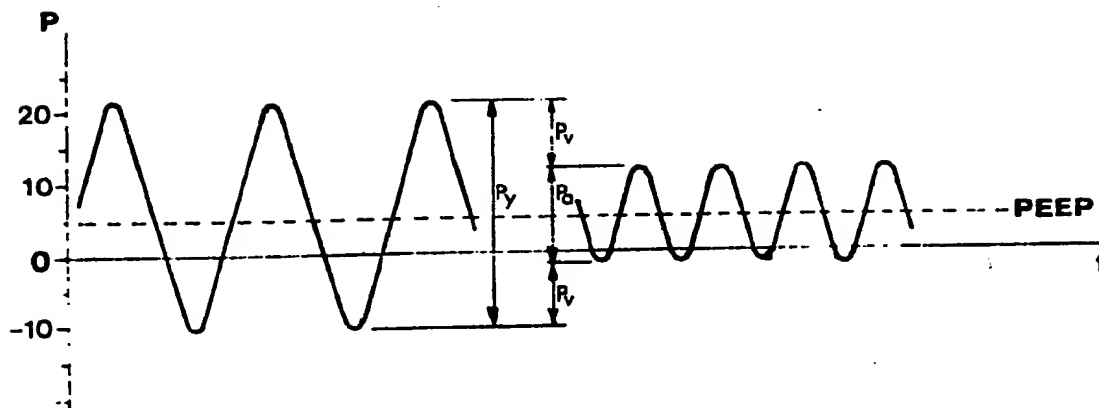
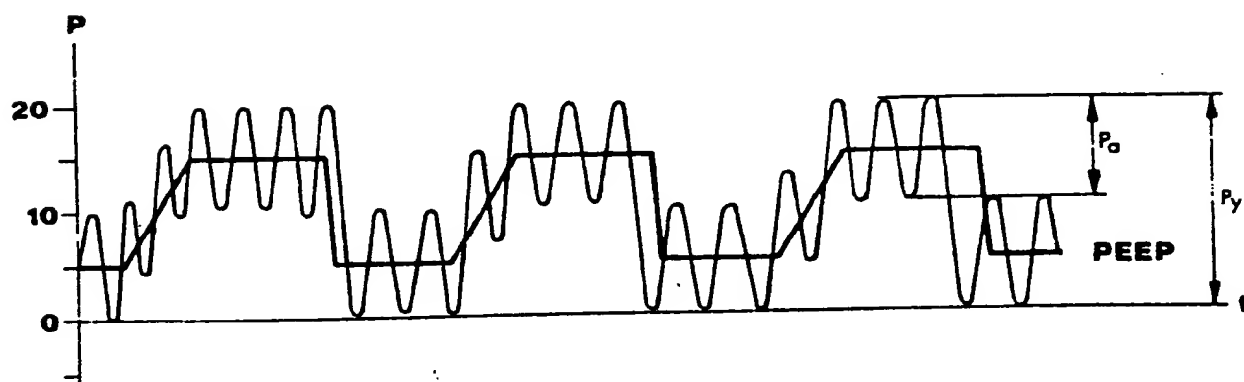


Fig. 7





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (usp10)**